Adansonia, ser. 2, 11 (4) 1971.

LA FLORE SAHARO-LYBIENNE TROPICALE D'APRÈS PAUL LOUVET [1]

par A. Aubréville

L'année dernière dans un article [2] d'*Adansonia* j'ai passé brièvement en revue les nombreuses espèces sahariennes décrites de la période tertiaire, en vue d'attirer l'attention des botanistes non spécialisés, sur l'intérêt du Sahara pour l'histoire des Angiospermes tropicales et sur les importantes études de xylotaxonomie saharienne publiées par le Pr Boureau et ses collaborateurs [3]. Il est en effet remarquable que les plans ligneux des bois fossiles sahariens, du paléoéocène au miocène inférieur ressemblent de très près, et parfois exactement, aux plans ligneux des actuels bois tropicaux africains, tant aux espèces de la forêt dense humide qu'à celles des savanes boisées soudano-guinéennes. La ressemblance est parfois telle qu'on puisse conclure avec vraisemblance à l'identité de certaines espèces tertiaires et d'espèces actuelles. La flore saharienne du paléogène était une flore tropicale semblable à l'actuelle flore de l'Afrique occidentale et centrale. Des changements climatiques la firent disparaître à partir du miocène. Les études palynologiques de Mme Van Campo [4] ont montré que des flores tempérées l'avaient remplacée au quaternaire dans certaines stations montagnardes avant le dessèchement quasi total du Sahara contemporain. Il n'y persiste plus aujourd'hui, à l'état vivant, que des restes d'une flore sahélienne (*Acacia*, *Balanites*, *Capparis*), ou des relictes écologiques tropicales comme celles découvertes par Bruneau de Miré et Quézel [5] dans les fumeroles du cratère du Toussidé au Tibesti. Cette vaste part massive du continent africain a connu les pires vicissitudes climatiques, depuis la transgression de

1. Les cartes de cet article sont extraites de la thèse de doctorat de M. Paul Louvet qui nous a donné l'autorisation de les publier pour illustrer cet article. Nous l'en remercions bien vivement.

2. Aubréville. La flore tropicale tertiaire du Sahara. Adansonia, ser. 2, 10, 1 (1970).

3. Koeninguer (1964-1970), Lecointre (1906), Lefranc (1952-1965), Louvet (1963-1971), Magnier (1962-1967).

4. Voir Bibliographie (1) de 1964-1967. Également avec la collaboration de Aymonin, Guinet, Pognon, Cohen, Dutil.

5. Sur quelques aspects de la flore résiduelle du Toussidé et les lappiaz volcaniques culminaux de l'Emi Koussi. Bull. Soc. Hist. Nat. Af. N., 50, Alger (1959).

la mer cénomanienne au crétacé, et peut-être même en deçà — comme des géologues viennent de le découvrir récemment — jusqu'à un inlandsis paléozoïque, il y aurait quelques 435 millions d'années, entourant un pôle sud alors saharien [1]. Ces bouleversements géologiques renversent une fois de plus nos conceptions habituelles sur la fixité de la position relative des continents et des pôles dans le cours des temps.

C'est à une théorie qui depuis quelques années seulement [2] révolutionne la géologie classique que fait appel M. Paul Louvet dans une thèse de doctorat (mai 1971) « Sur l'évolution des flores tertiaires de l'Afrique nord-équatoriale », pour tenter d'expliquer le déplacement vers le sud ou la disparition, de la flore tropicale saharienne entre l'éocène inférieur et le miocène inférieur.

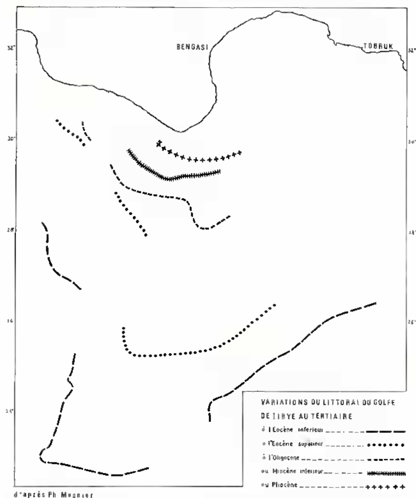
Son étude débute par une analyse critique détaillée de plusieurs bois fossiles provenant du Tinrhet (Sahara Algérien, latitude de Fort Flatters) ou du bassin du Golfe de Syrte (Libye), comprenant leur étude anatomique avec des croquis de coupes, à l'échelle de 200-500 μ, leur comparaison avec les espèces actuelles et avec les espèces fossiles voisines, leur diagnose, et des considérations géologiques et phytogéographique. Cette flore fossile décrite comprend 22 Légumineuses, 5 Méliacées, 3 Combrétacées, 2 Euphorbiacées, 2 Moracées, 1 Bombacacée, 1 Flacourtiacée, 1 Sonneratiacée, 1 Sterculiacée, 1 Monimiacée, 1 Rubiacée, 1 Apocynacée et plusieurs Palmiers.

La quasi-identité des plans ligneux des espèces fossiles et des espèces actuelles, permet de penser que l'écologie des premières était la même que celle des secondes. Les *Entandrophragmoxylon* notamment, rappelant les *Entandrophragna* (Méliacées), grands arbres de la forêt dense humide guinéo-congolaise, ont dû appartenir à des formations de forêt dense humide. Un autre biotope soudano-guinéen des savanes boisées est particulièrement caractéristique. Trois espèces y sont communes : *Anogeissuxylon bussoni* homologue de l'*Anogeissus leiocarpus, Detarioxylon libyeum* est analogue au *Detarium microcarpum, Pterocarpoxylon tibestiense* est comparable au *Pterocarpus erinaceus.* Les deux premières espèces fossiles sont présentes du Tinrhert, à la Libye et à l'Égypte. Elles sont connues de l'éocène au quaternaire. La seconde a été trouvée dans tout le nord de l'Afrique du Rio de Oro à la Somalie. Le *Pterocarpoxylon* se trouve dans l'éocène de Libye. Il est vraisemblable que ce groupement caractérisait au tertiaire, comme aujourd'hui, des formations ouvertes de savanes boisées soudano-guinéennes. De nos jours, *Anogeissus leiocarpus* est une espèce d'une plasticité écologique remarquable, puisqu'elle vit autour des mares sahéliennes comme au contact de la forêt dense humide, notamment dans

1. Institut français du pétrole, D.G.R.S. Sallé, Debyser (1962), Pognon (1965), Piluf.
2. On trouvera une bibliographie détaillée (presque exclusivement américaine), limitée aux publications récentes, dans le seul ouvrage en langue française exposant le problème général de « L'expansion des fonds océaniques et la dérive des continents », par Jean Coulomb, Presses Universitaires de France (1969).

l'Oubangui où elle forme encore des peuplements denses, reliques probables d'anciennes forêts sèches fermées.

Louvet admet ainsi qu'il existait en bordure du golfe lybien éocène des formations de forêt dense humide, à *Entandrophragmoxylon*, et plus



d'après Ph Magnier

à l'intérieur, des savanes boisées ou des forêts sèches typifiées par les 3 espèces précitées, et plus particulièrement par *Anogeissuxylon bussoni*, c'est-à-dire qu'il existait vraisemblablement en Afrique autour du golfe de Syrte en Lybie des zones de végétations ressemblant aux zones actuelles de l'Afrique occidentale qui se succèdent autour du Golfe de Guinée.

Le Golfe de Syrte de la Mésogée s'enfonçait profondément à l'éocène inférieur dans la zone centrale de la Lybie jusque vers le 23[e] parallèle actuel. La régression s'est poursuivie continuement, le rivage progressant toujours vers le nord. Les formations tropicales suivirent le mouvement vers le nord, à mesure du recul marin jusqu'à la ligne actuelle du rivage méditerranéen du golfe de Syrte. LOUVET a étudié les bois fossiles provenant de 14 gisements du paléocène à l'oligocène et au miocène inférieur.

Une découverte particuliérement intéressante fut celle dans un dépôt de l'éocène inférieur (lutétien) d'un bois fossile de *Sonneratioxylon* (*S. aubrevillei* Louvet), proche du genre *Sonneratia*. Les *Sonneratia* sont des espèces de la mangrove indopacifique de l'Inde, de l'Indo-Malaisie et du nord de l'Australie. Une seule espèce touche la côte orientale africaine en Tanzanie et le nord de Madagascar. L'espèce fossile lybienne étend donc trés loin à l'Est l'aire ancienne du genre *Sonneratia*. Deux autres espèces fossiles ont été décrites de l'Inde. L'aire actuelle est donc rétrécie. Il en fut de même de l'aire du Palmier *Nipa* de la mangrove indomalaise aujourd'hui strictement indo-malais mais dont il existe des fossiles en Égypte, au Sénégal, en Europe et au Texas [1]. Le gisement lybien du *Sonneratioxylon*, fixe un jalon du rivage éocène inférieur. Il apporte un argument supplémentaire à l'hypothèse qu'à la mangrove lybienne, sous un climat tropical humide succédait la bande de forêt tropicale dense humide à *Entandrophragmoxylon*.

Comment expliquer l'extension au tertiaire, au moins jusque vers le 30[e] parallèle, entre l'éocène inférieur et le miocène inférieur d'une végétation tropicale ressemblant à celle qui existe actuellement au sud du Sahara très loin des gisements fossiles du Tinrhert et de la Lybie. La végétation tropicale aujourd'hui atteint le 27[e] sud, sur les côtes humides de l'Afrique australe (Natal), de l'Australie (Brisbane) et du sud Brésil (Porto Alegre), et même, localement, à plus de 30° dans la forêt de Knysna à l'extrémité sud de l'Afrique. Mais il s'agit de bandes étroites allongées sur les rivages exposés aux vents vecteurs de pluies, et toujours sur les façades continentales orientales. A l'intérieur d'une masse continentale la végétation tropicale ne dépasse pas beaucoup la zone intertropicale. Au contraire, à la hauteur du 30[e] parallèle, à l'intérieur des continents, sinue la ceinture désertique du monde qui sépare les zones tempérées de la zone tropicale. Dans le cas de l'Afrique du nord paléogène, la présence d'une flore tropicale jusqu'aux rivages de la Mésogée suppose une zone équatoriale rapprochée de cette mer. LOUVET lui attribue à l'éocène inférieur une position située à une dizaine de degrés au nord de sa position présente. Il explique le processus physique qui a déplacé vers le sud la bande équatoriale par l'application de cette théorie nouvelle des géophysiciens qui fait aujourd'hui le ravissement des botanistes philosophant sur l'histoire des Angiospermes depuis le crétacé.

Précédant les problèmes de la distribution du règne végétal, il y avait évidemment à connaître ceux des changements de climats et des configu-

1. Non encore trouvé dans le tertiaire libyen.

rations géographiques qui ont perturbé la croûte terrestre et les bassins océaniques depuis toujours, et notamment, pour nous botanistes, depuis le crétacé et durant le tertiaire. Au moins deux groupes de théories se proposaient : l'un imaginait la divagation de l'axe de rotation de la Terre et donc des pôles — il est repoussé avec horreur par les astrophysiciens — et l'autre ne changeait rien — ou presque — à la fixité de l'axe, mais voyait les continents flotter à la dérive sur le manteau intérieur terrestre, les continents flottants pouvaient alors occuper les positions les plus changeantes et les plus extravagantes autour des pôles : à son égard nulle preuve non plus. Ce qui restait vraisemblable, commun aux 2 théories était la probabilité d'un déplacement apparent, relatif, pôles-continents.

La découverte du paléomagnétisme rémanent ouvrit le champ libre à toutes les mesures de détermination des anciennes positions relatives des pôles sur la grille fixe des coordonnées terrestres, latitude et longitude. De nombreux expérimentateurs redécouvrirent les coordonnées des pôles anciens, leurs calculs se contrôlant plus ou moins bien d'un pays à l'autre, ce qui était compréhensible, les causes d'erreur étant multiples. Mais une méthode permettait, pour la première fois sans doute, d'approcher la solution d'un problème majeur de l'histoire de la Terre. Les botanistes tenaient une cause du déplacement des flores depuis leur origine la plus lointaine : les continents se déplaçaient dans les champs climatiques.

Par ailleurs, les navires océanographes sondant les fonds océaniques apportaient d'extraordinaires visions des reliefs sous-marins. Les nouvelles cartes dévoilaient l'existence de fossés profonds et surtout de chaînes sous-marines de montagnes suivant les axes médians de l'Océan Atlantique, de l'Océan Indien, ou suivant la Côte pacifique de l'Amérique, de très près même à hauteur de la Californie et de l'Amérique centrale, etc., chaînes segmentées et très fissurées perpendiculairement à leur direction générale.

Les explications qui suivirent étaient étonnantes. Ces gigantesques chaînes étaient des lignes de fêlure de la croûte par où s'épanchaient sous les océans des laves surgies des profondeurs du manteau, intrusions continues, extrêmement lentes. Les laves les plus récentes exerçaient une pression considérable sur les précédentes lesquelles étaient refoulées de part et d'autre de la lèvre médiane, la pression se manifestant de proche en proche jusqu'aux masses continentales riveraines. La preuve était apportée de la continuité du flux de basalte à l'échelle du temps géologique précisément par la mesure du magnétisme rémanent de ces roches. Les roches solidifiées dans les rides d'expansion sont magnétisées suivant les directions du champ magnétique de la Terre existantes à l'époque de leur intrusion et conservent indéfiniment ces directions en s'éloignant des rides océaniques médianes, de sorte que, détectées par leur magnétisme, les plus jeunes sont près de la fissure médiane et les plus anciennes sont les plus proches des continents.

C'est ainsi que les géophysiciens eurent une nouvelle conception de la structure de la Terre. La surface du manteau serait couverte de plaques basaltiques porteuses des océans et des croûtes granitiques continentales. Elles seraient en expansion continue, à partir des rides médio-océaniques, se refoulant ou s'enfonçant finalement dans les profondeurs de la Terre

dans ces fossés longeant les plaques porteuses des croûtes continentales. On a comparé ces croûtes en mouvement à un tapis roulant. Elles exercent sur les plaques continentales une pression considérable et les refoulent à une vitesse extrêmement faible, que l'on a mesurée de 1-6 centimètres par année. C'est ainsi que les mouvements de convection des croûtes basaltiques repoussent les continents et que ceux-ci, sous la pression exercée pendant des dizaines et des centaines de millions d'années, paraissent dériver à la surface des océans comme des corps flottants. Ce n'est qu'une illusion de flottaison, mais aujourd'hui la dérive est expliquée et mesurée et l'orogenèse trouve aussi de nouvelles explications.

Contour de plaque continentale

Ride d'expansion mid-Atlantique

Ride volcanique trace du mouvement des plaques

Revenons à l'aube de l'histoire des flores. Aujourd'hui qu'une base physique de la théorie est trouvée rien ne s'oppose plus à admirer l'intuition géniale de WEGENER, d'une croûte continentale unique, un supercontinent, le Gondwana [1], qui à partir du Jurassique et au Crétacé, se serait lentement fissurée et divisée entre les continents actuels, probablement à des époques et à des vitesses différentes. L'Océan Atlantique se serait élargi, séparant toujours un peu plus l'Europe et l'Afrique de l'Amérique, depuis 120-150 millions d'années; l'Australie ne se serait séparée du continent antarctique qu'il y a 40 millions d'années seulement. Mais avant la dislocation du Gondwana, déjà au Jurassique, certainement au Crétacé — et peut-être plus tôt encore — la flore des Angiospermes est née et au palaeogène elle a conquis toute la Terre éliminant plus ou moins les flores antérieures.

1. Ou deux, Laurasia et Gondwana.

C'est une conclusion capitale pour l'histoire des Angiospermes et de leur distribution dans le monde.

Si maintenant, retrouvant LOUVET, nous suivons sa suggestion, nous admettrons qu'à l'époque où, de part et d'autre de l'Océan Atlantique, l'Afrique et l'Amérique du Sud s'éloignaient l'une de l'autre, l'Afrique était poussée dans une direction nord-est. Le refoulement depuis l'éocène aurait été d'environ 1 500 kilomètres; la trace du déplacement serait marquée par la ride volcanique sous-marine nommée « Walwis ridge », qui sillonne l'Atlantique sud dans une direction S-W, N-E, à partir de la baie de Walwis (sud-ouest africain), la ride volcanique opposée vers l'Amérique du Sud étant la « Rio Grande Rise ». Ce déplacement aurait amené la ligne de l'équateur actuel à une dizaine de degrés au sud de sa position éocène. La bande équatoriale se serait déplacée de la même hauteur latitudinale vers le sud. Le golfe de Syrte en Libye était alors compris à l'éocène inférieur (50 M.A.) entre les latitudes 10° et 20°, ce qui autorise à lui reconnaître, écologiquement parlant, sur ses rivages, une flore tropicale [1].

La suggestion LOUVET est ingénieuse et vraisemblable. Le fond du golfe de Syrte vers 13e latitude nord n'aurait été qu'à 6-7° environ, à l'éocène inférieur, des lisières de la forêt équatoriale, ce qui permettrait même d'envisager des contacts de formations forestières par irridiations tels que ceux que dessinent aujourd'hui les galeries forestières, loin des lisiéres de la forêt dense, au travers des savanes boisées. Dans ces conditions, pour moi, il n'y aurait pas eu de problèmes impossibles de connections entre flore équatoriale et flore tropicale mésogéenne.

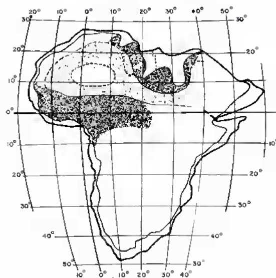
Faut-il l'adopter sans autre discussion? Des objections jaillissent si l'on dépasse par la pensée le territoire considéré qui n'est qu'une faible partie de l'ensemble Afrique du Nord, Mésogée, Europe et îles situées plus au nord. La latitude du 30e, rappelons-le, correspond à une chaîne d'aires désertiques. C'est une conséquence des lois de la circulation générale de l'atmosphère. Il est vraisemblable qu'il en fût de même à toutes les périodes géologiques. En notre cas particulier il faudrait admettre qu'à des latitudes européenne et mésogéenne s'étendaient de grandes zones désertiques. Nous l'ignorons. De même une « remontée » éocénne de la bande équatoriale de 10° au maximum suffirait-elle à décaler suffisamment en latitude les zones naturelles latitudinales climatiques pour expliquer la présence de flores tempérées au Crétacé jusqu'aux îles de Spitzberg, à l'Alaska et au Groenland [2], celle d'une flore tropicale éocène de Londres [3] avec une mangrove à palmier *Nipa* [4], et tous les faits autres de tropicalisation en Europe?

1. La flore tropicale lybienne a suivi la remontée vers le nord du littoral du golfe de Lybie. La flore équatoriale s'est déplacée vers le sud suivant le déplacement apparent de l'équateur. Ainsi s'est largement ouvert entre les deux bandes de végétation tropicale qui s'éloignaient l'une de l'autre le Sahara steppique puis désertique.

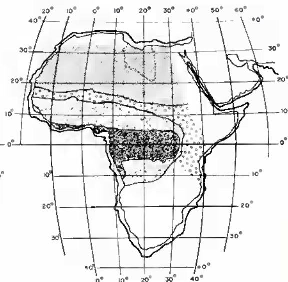
2. *Platanus*, *Acer*.
3. REID E. M. et RANDLER. The London Clay Flora (1933).
4. AUBRÉVILLE. Problèmes de la mangrove d'hier et d'aujourd'hui. Adansonia, ser. 2, 4, 1 (1964).

EOCÈNE INFÉRIEUR

(50 M.A)



-ACTUEL-



LÉGENDE

- Limite de la Libye
- Limite de la plaque continentale
- Limite des mers épicontinentales
- Forêt tropicale
- Savane
- Steppe
- Désert aride

Source : MNHN, Paris

Il resterait aussi dans le cas de l'hypothèse Louvet à tenter d'établir la possibilité d'une liaison, absolument nécessaire à déterminer entre la flore de la forêt dense africaine et la forêt dense indo-malaise.

En revanche le déplacement d'ensemble de l'Afrique d'une dizaine de degrés vers le nord, entre l'éocène et le quaternaire dans l'hypothèse Louvet, éloignant la Mésogée de l'équateur, ne pouvait avoir pour effet que de rendre plus difficile le maintien d'une végétation tropicale en Lybie et plus généralement dans le Sahara central et que permettre, au cours de périodes plus humides, l'accès à ces territoires d'une végétation de type tempéré dans les montagnes sahariennes puis, au cours de périodes plus sèches, la désertification finale du Sahara.

Les faits sont là, et le problème est posé. D'autres projets de recherches inspireront certainement géologues, géographes et botanistes d'aujourd'hui et de demain.

J'en arrive cependant à rêver qu'il est bien dommage que le déplacement réel de l'axe de rotation de la Terre auquel autrefois j'avais pensé [1] ne soit pas envisageable dans l'état actuel de nos connaissances. Avec cette hypothèse toute une série de faits s'expliquaient et s'ordonnaient aisément, en admettant bien entendu, au surplus, l'irremplaçable existence du supercontinent jurassique et secondaire sans lequel la phytogéographie des origines des Angiospermes est à mon avis inconcevable.

Mais qui sait! Souvent la science varie dans ses hypothèses les plus audacieuses et les plus généralement admises. Qui aurait cru hier à une démonstration de la dérive des continents?

Si des lucarnes s'ouvrent ainsi qui nous permettent de jeter des coups d'œil sur la cybernétique du règne végétal dans le passé géologique, leurs faibles lueurs nous font entrevoir un monde terrestre fantastiquement mouvant.

Notre esprit structuré par la science accepte assez facilement aujourd'hui le démembrement depuis le jurassique d'un supercontinent (Gondwana) et nous concevons même que la dérive se poursuit mystérieusement sous nos pieds; les schémas des sortes d'îles continentales qui nous sont proposés pour chaque période géologique du tertiaire peuvent être assez aisément rattachés en pensée au dispositif actuel des continents et des océans, et ne sont donc pas déroutants. Mais des géophysiciens contemporains, poètes surréalistes géniaux vont au delà et renversent tous les obstacles au vagabondage de l'imagination stimulée par quelques faits constatés. Ils nous proposent des déplacements apparemment extravagants des masses continentales du mésozoïque au précambien. Runcorn et Opdyke nous montrent par leurs dessins animés la sarabande de l'Australie autour du pôle sud depuis le protérozoïque. Selon d'autres, ce pôle erre (fictivement) au dévonien dans le sud de l'Afrique et de l'Amérique du Sud, il y a quelque 220 M.A., ce qui explique sans doute les traces de l'inlandsis sud-africain. Remontant plus avant dans le passé, comme je l'ai déjà

1. Et beaucoup d'autres : Köppen et Wegener (1934).

mentionné, ce pôle se signale au silurien au Sahara (435 M.A.) alors désert de glace. Quelle rupture de pensée avec nos anciennes conceptions de ces pesantes masses continentales granitiques reposant sur des plaques basaltiques immuables, alors que depuis les temps les plus anciens elles sont entraînées dans un tourbillon difficilement connaissable.

Fort heureusement, puisque nous — botanistes des Angiospermes — ne nous inquiétons que de la naissance et la vie de nos plantes contemporaines ou d'hier, nous n'avons strictement pas à suivre les divagations des pôles au delà du mésozoïque inférieur (185 M.A.), où nos Angiospermes commencèrent seulement à manifester visiblement leur présence puis leur puissance de diffusion.

Laboratoire de Phanérogamie,
Muséum, Paris.